ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Дисциплина *Математическое моделирование объектов и систем управления*

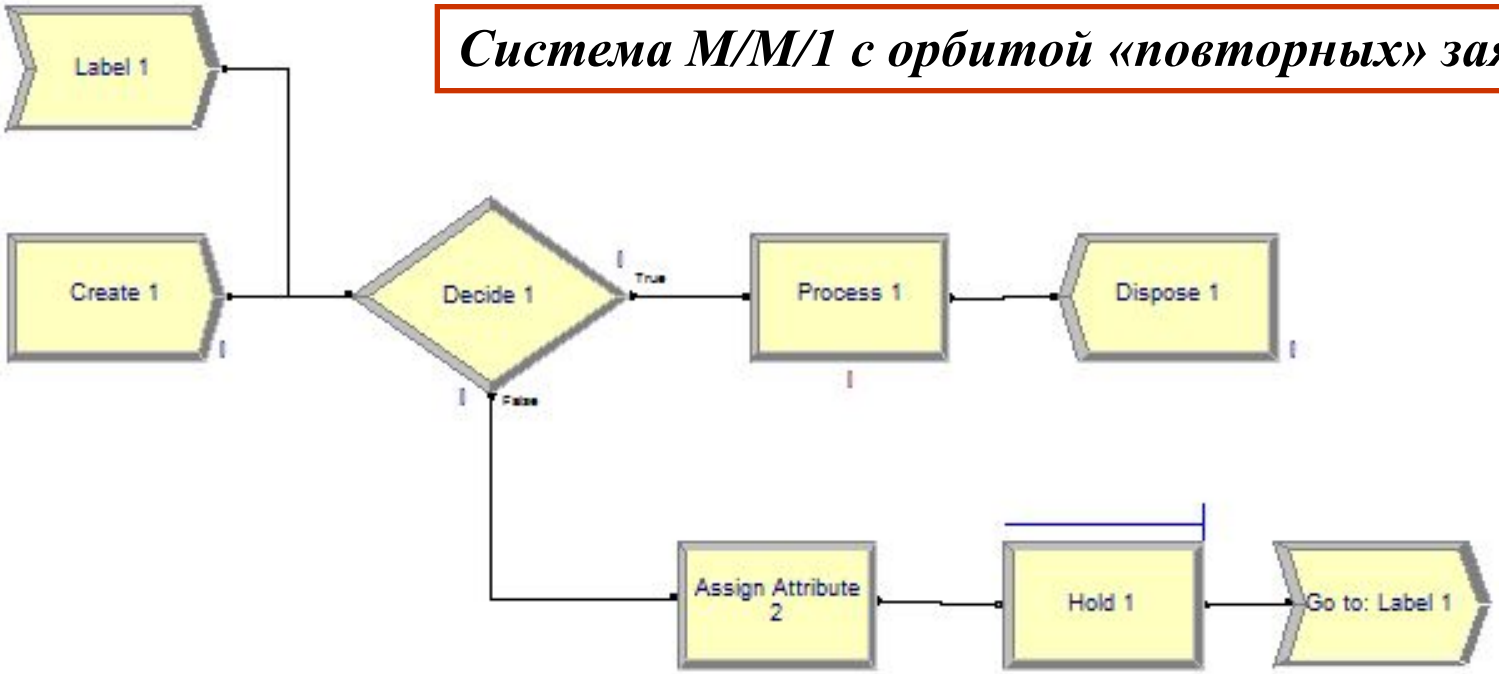
Изучение модели СМО с повторными заявками в Rockwell Arena

Ассистент каф. АиКС ИК ТПУ *Владимир Андреевич Фаерман*

«Настойчивые» заявки

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Система M/M/1 с орбитой «повторных» заявок

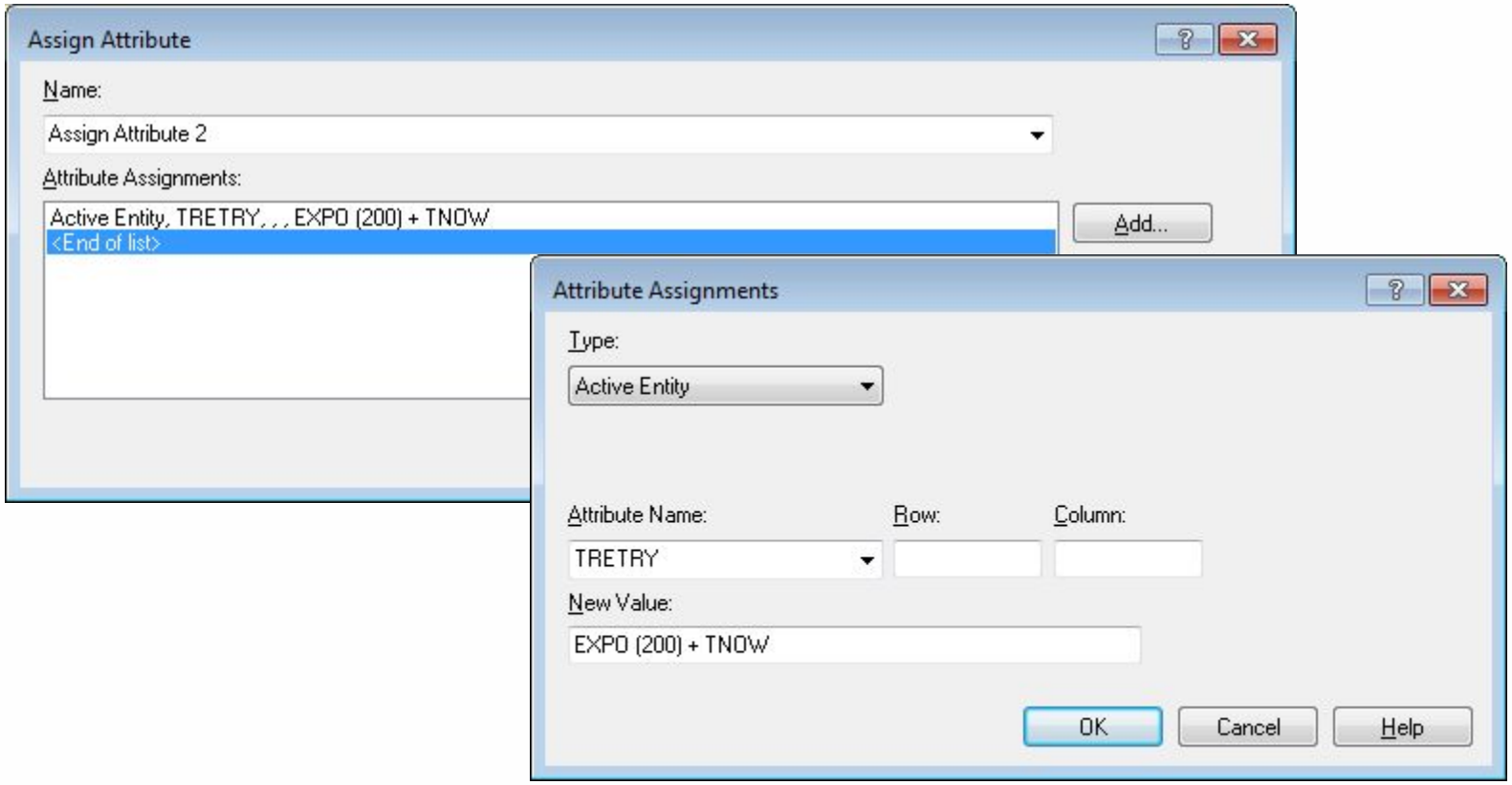


Decide **–** проверка того, свободен ли ресурс**.**
Assign Attribute – установление атрибута ***времени до повторного обращения***.

Блок Assign Attribute

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

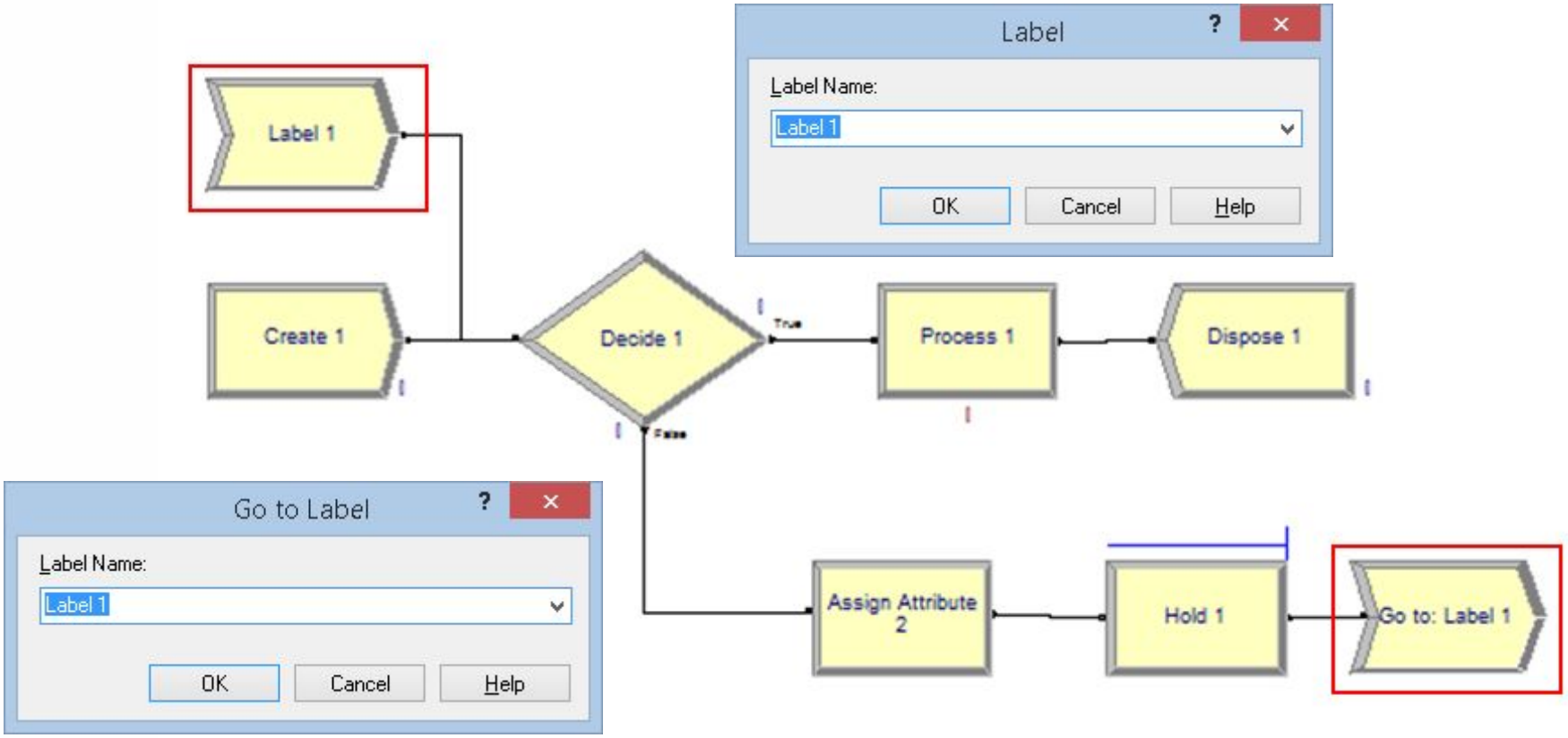
Блок, который позволяет менять атрибут у любой сущности в системе



Задаётся величина ***MRT***. В данном случае, можно использовать ***Assign.***

Пара Label – Go to Label

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

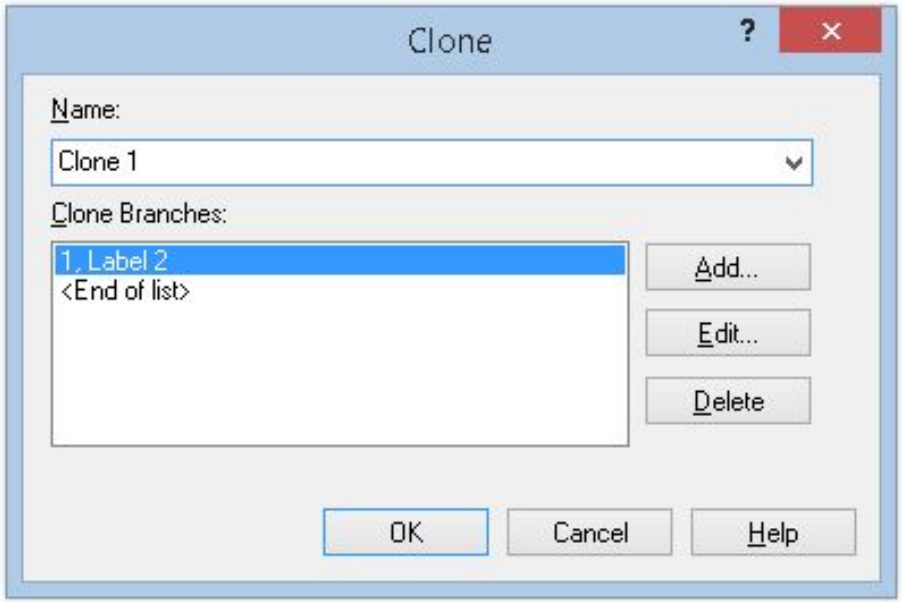


Пара Go to Label и Label – являются эквивалентом соединения на схеме. Позволяют разгрузить схему и упростить её восприятие. Имена связанных блоков должны соответствовать.

Дублирование заявок

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

*Для дублирования заявок можно использовать блок **Separate** (как в предыдущей лабораторной работе), а также блок **Clone** (в сочетании с метками). Настройка блока **Separate** описана в презентации по ЛБ3.*



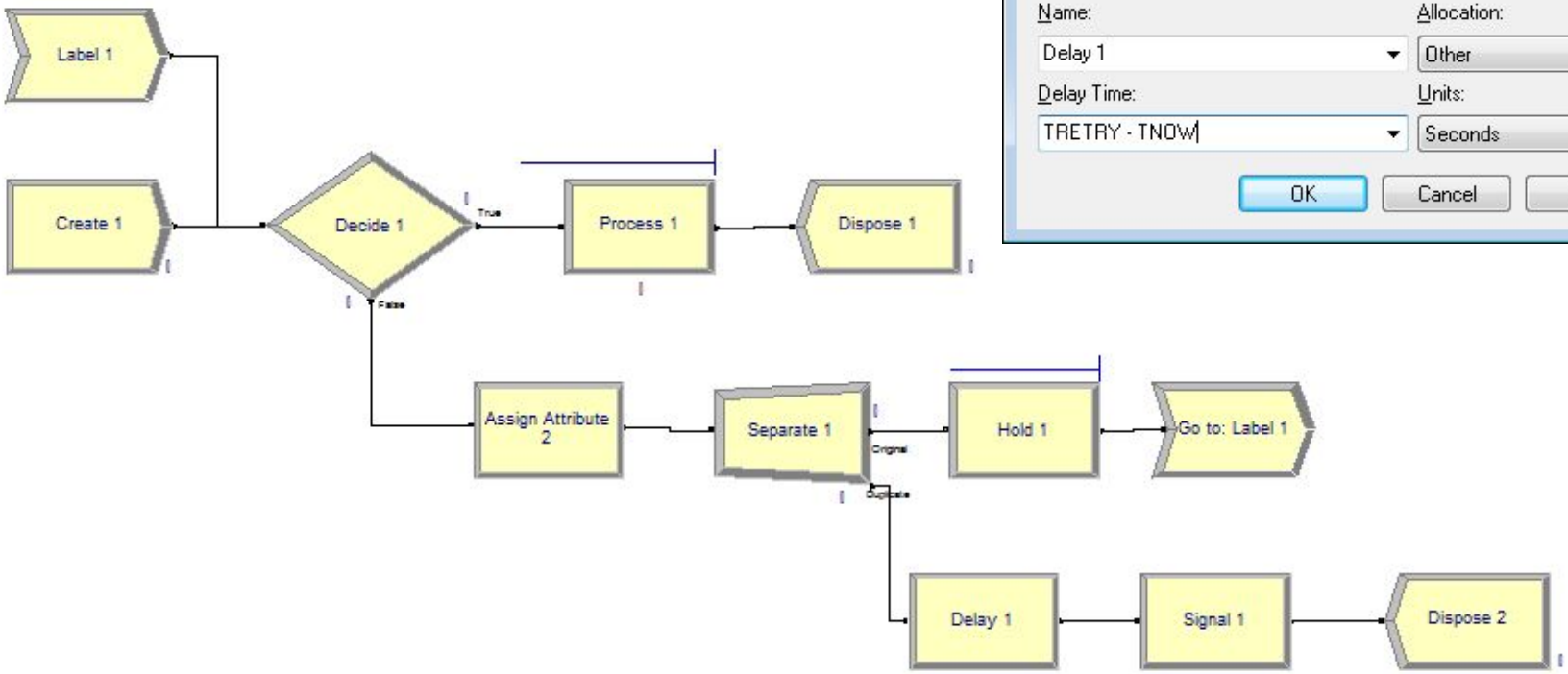
Clone Branches – список меток, на которые поступит заявка (также указывается количество копий).

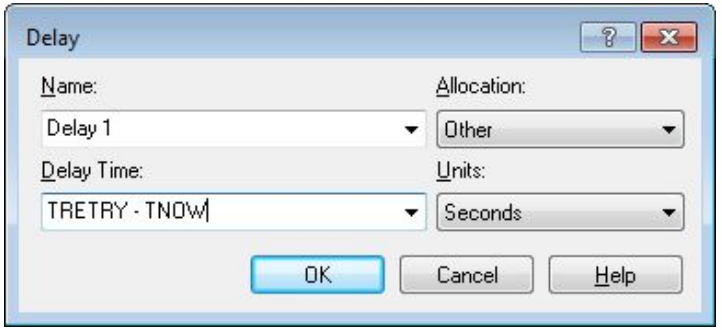
*В случае, если используется блок **Clone** – необходимо установить метку **Label 2** в том месте, куда должна быть направлена копия*

*Блок **Clone** позволяет направить вошедшую в него заявку по нескольким адресам. При этом создаются копии заявок (следовательно статистика по сущностям искажается).*

Время повторного обращения

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



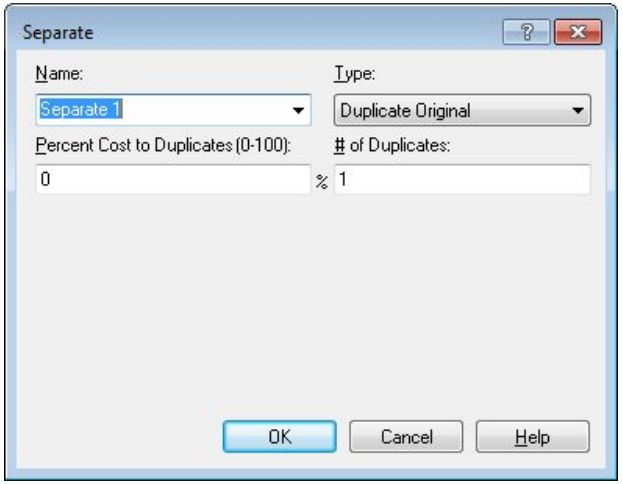


Delay – *задержка заявки до наступления момента повторного обращения.*
Signal *– отправка на блок Hold команды отпустить 1 заявку.*
Separate *– создание дубликата заявки.*

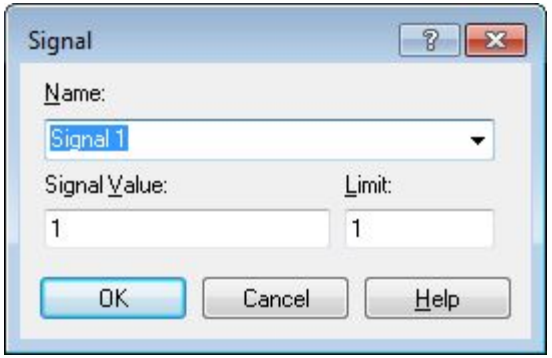
Блок Signal

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

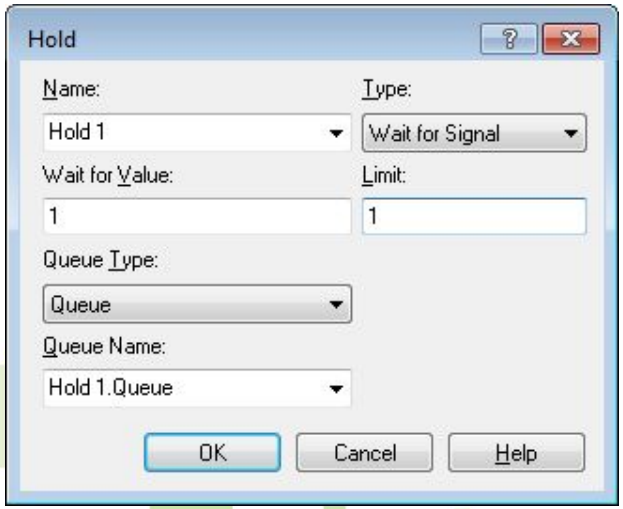
Блок Separate



Блок Signal



Блок Hold



В настройках – *количество сущностей, которые могут быть отпущены из очереди при генерации сигналов.*

Signal Value *и* ***Wait for Value*** – должны совпадать!

Настройка очереди

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Basic Process => Queue

Queue - Basic Process

	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1	Hold 1.Queue	Lowest Attribute Value	TRETRY	☐	☑
2	Process 1.Queue	First In First Out	Attribute 1	☐	☐
3	Batch 1.Queue	First In First Out	Attribute 1	☐	☐

Double-click here to add a new row

Type – политика организации очереди (по умолчанию *First In First Out*)
Lowest Attribute Value – очередь сортируется по возрастанию значения атрибута (времени выхода из системы)

Данная мера обеспечивает выход заявок с орбиты в правильной последовательности.

Дополнительный тип заявок

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Дублирование заявок – искажает статистику по заявкам, для того, чтобы этого избежать введём дополнительный тип заявок.

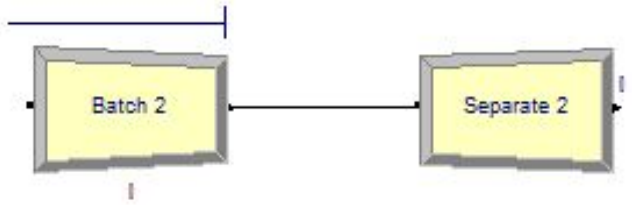
Basic Process => Entity

Entity - Basic Process

	Entity Type	Initial Picture	Holding Cost / Hour	Initial VA Cost	Initial NVA Cost	Initial Waiting Cost	Initial Tran Cost	Initial Other Cost	Report Statistics
1	Entity 1	Picture.Report	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	☑
2 ▶	Entity 2	Picture.Report	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	☐

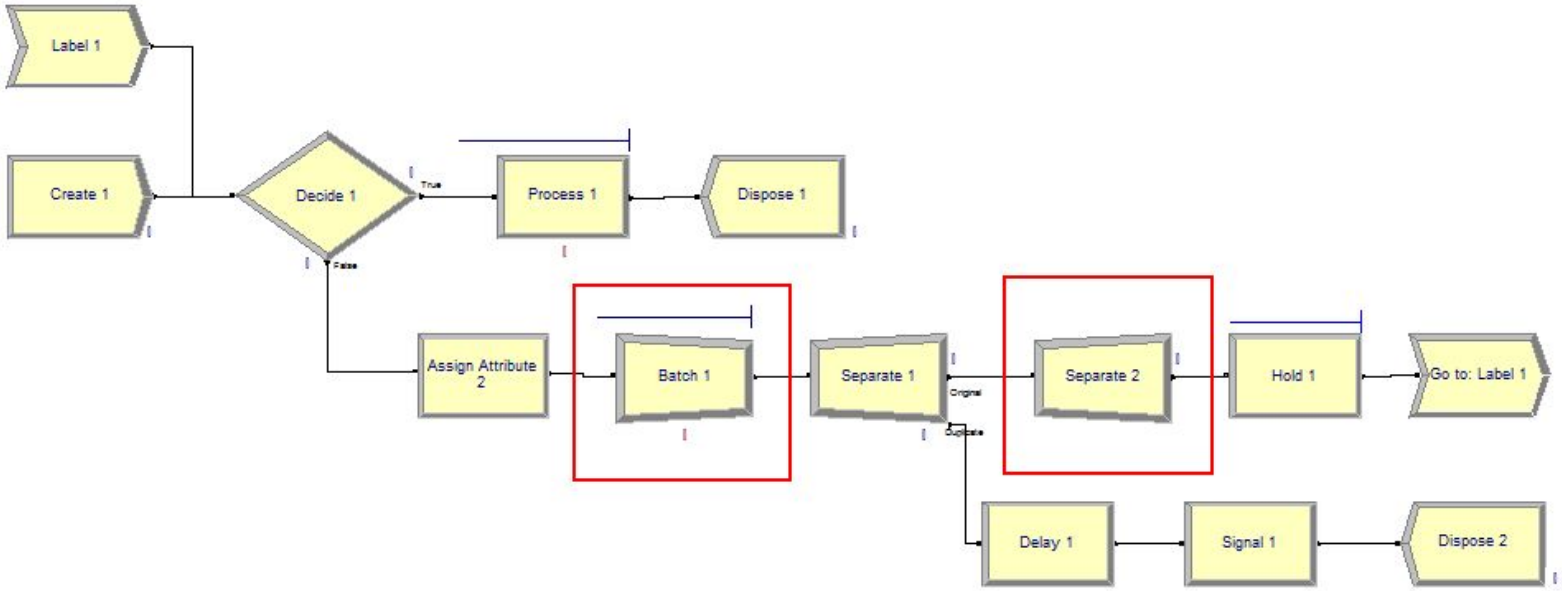
Double-click here to add a new row.

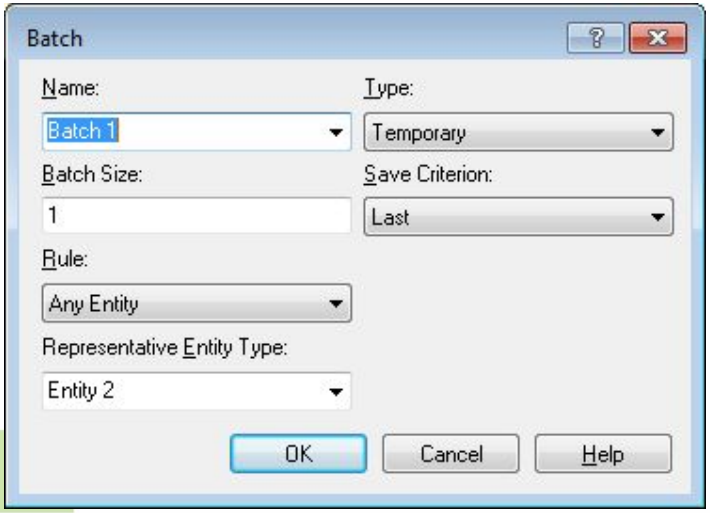
Для того, чтобы обратимо изменить тип заявки в тех частях системы, в которых их пребывание лишено физического смысла будем использовать пару блоков ***Batch – Separate.*** Расположены в ***Advanced Processes.***

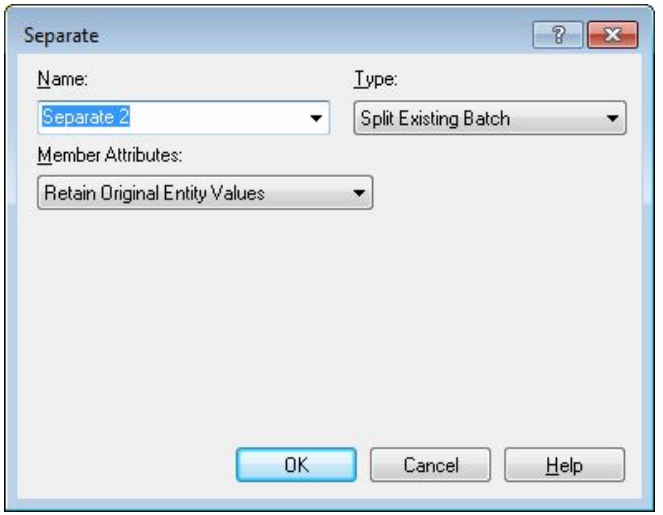


Дополнительный тип заявок

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



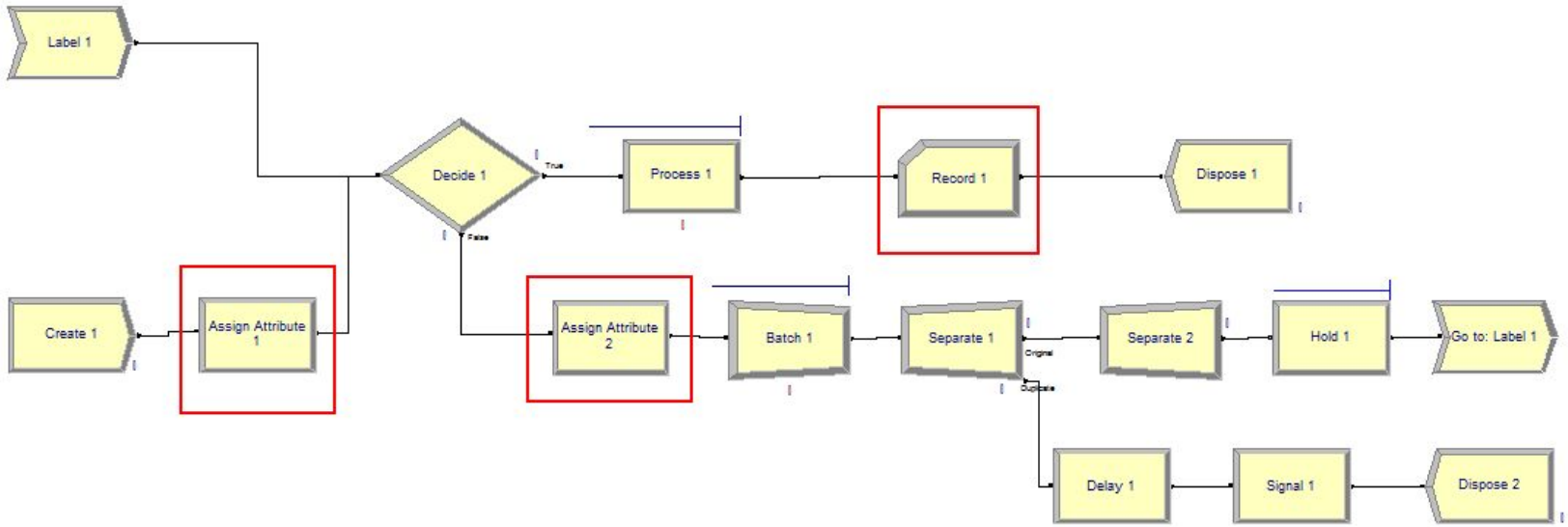




Сбор дополнительной статистики

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Определение числа попыток повторного обращения к серверу



Assign Attribute 1 – инициализирует атрибут – число попыток повторных обращений *(NATT)*

Assign Attribute 2 – инкриминирует число повторных обращений ***NATT***

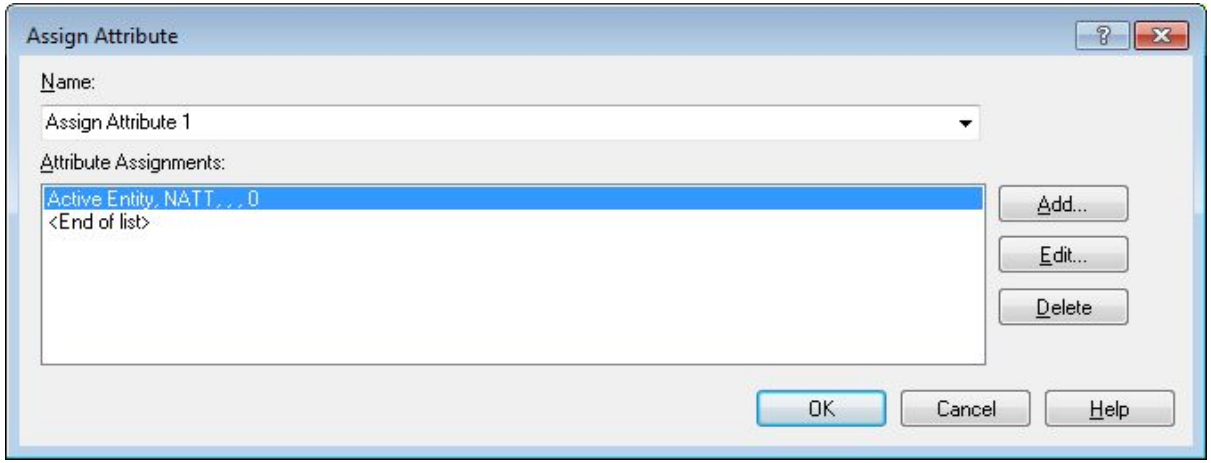
Record 1 – собирает и выводит статистику по числу попыток

Самостоятельно добавить учёт заявок занявших сервер с первой попытки!

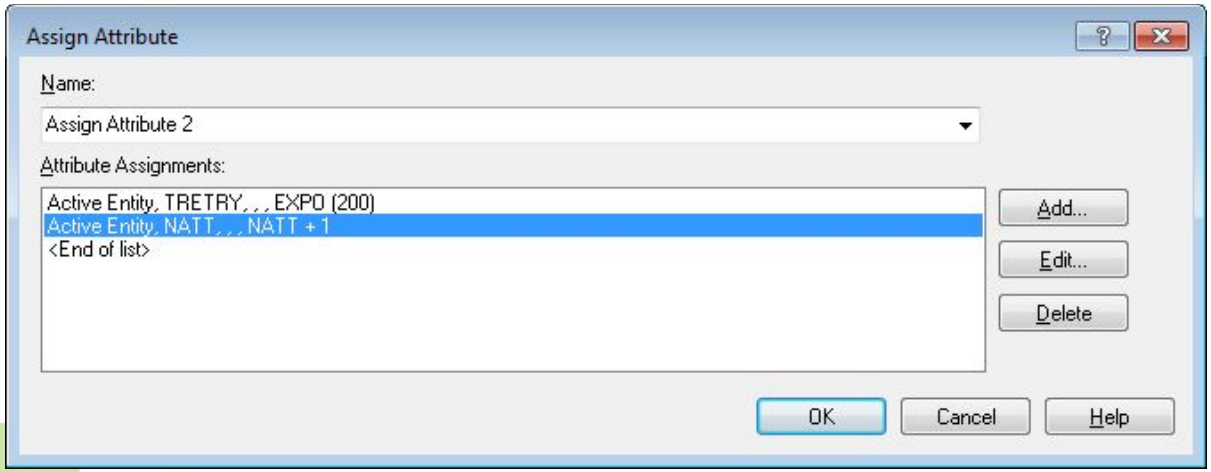
Дополнительная статистика

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Блок Assign Attribute 1



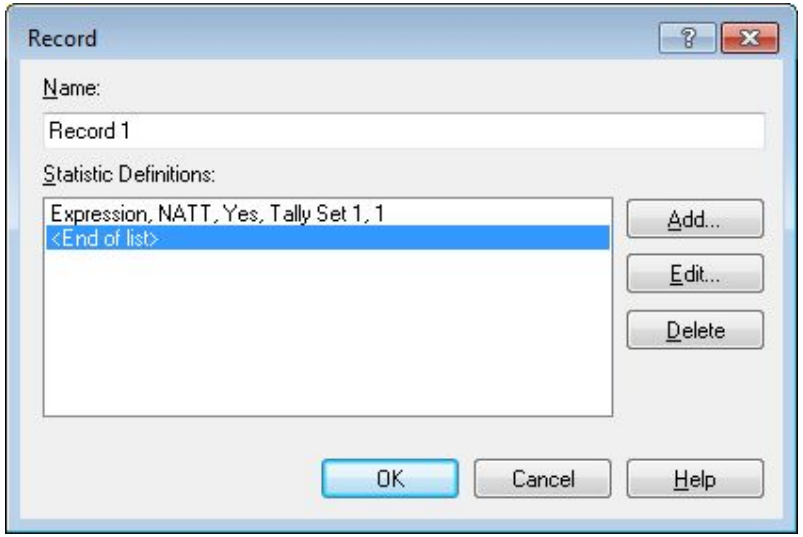
Блок Assign Attribute 2

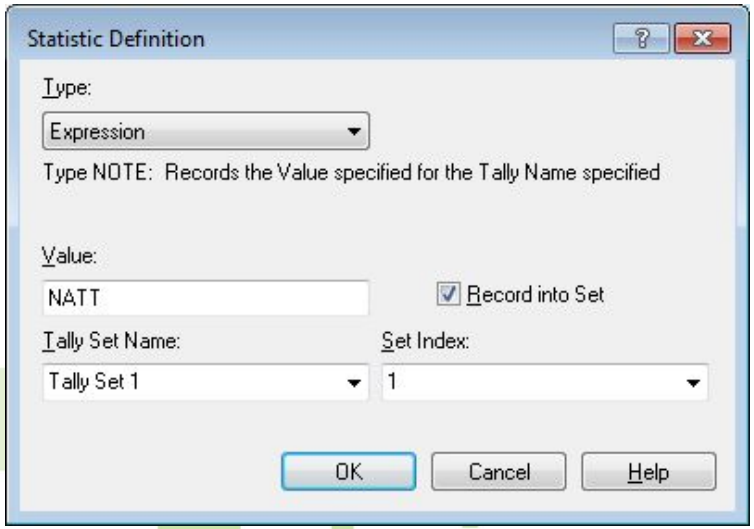


Блок Record

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

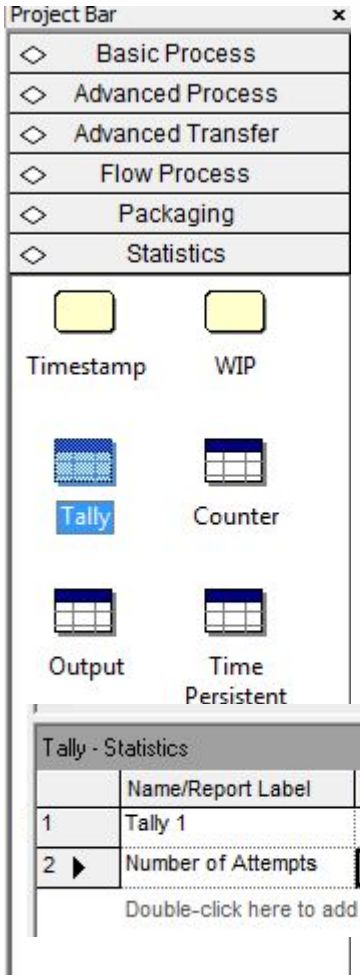
Настройки блока Record

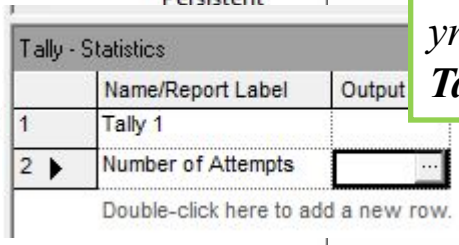




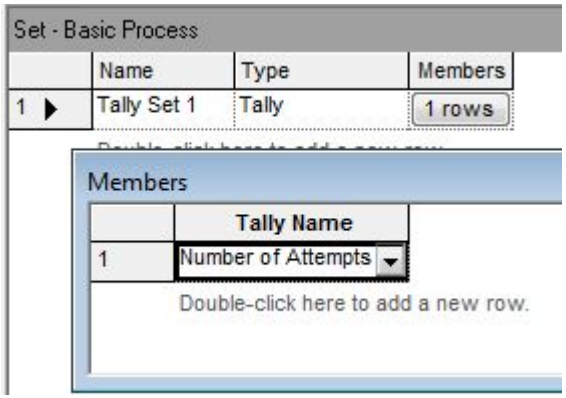
Настройки модуля Tally Set

Statistics => Tally





Basic Process => Set



Number of Attempts – *имя в отчёте*

Использование ***Set*** *не обязательно, но упрощает адресацию* ***Tally*** *из блока* ***Record***

Параметры модели и сбор статистики

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Среднее время между поступлением заявок	Среднее время до очередного обращения	Среднее время обслуживания
Блок Create 1	Assign Attribute 2	Блок Process 1

Величина	В отчёте (Arena)
Число заявок на орбите	*[Queue] Number Waiting (Average)*
Среднее время ожидания обслуживания	*[Entity 1] Waiting Time (Average)*
Средняя загруженность сервера	*[Resource] Number Busy (Average)*
Среднее число попыток обращения к серверу (обслуженных заявок)	*Number of Attempts (Average)*
Доля обслуженных заявок, занявших сервер с первой попытки	*NFA / NIN* *NIN – число входящих заявок* *NFA – число обслуженных, для которых NATT = 0*

Контроль по части 1

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

MTBA	MST	MTR
88	66	111

10 репликаций по 200 часов.

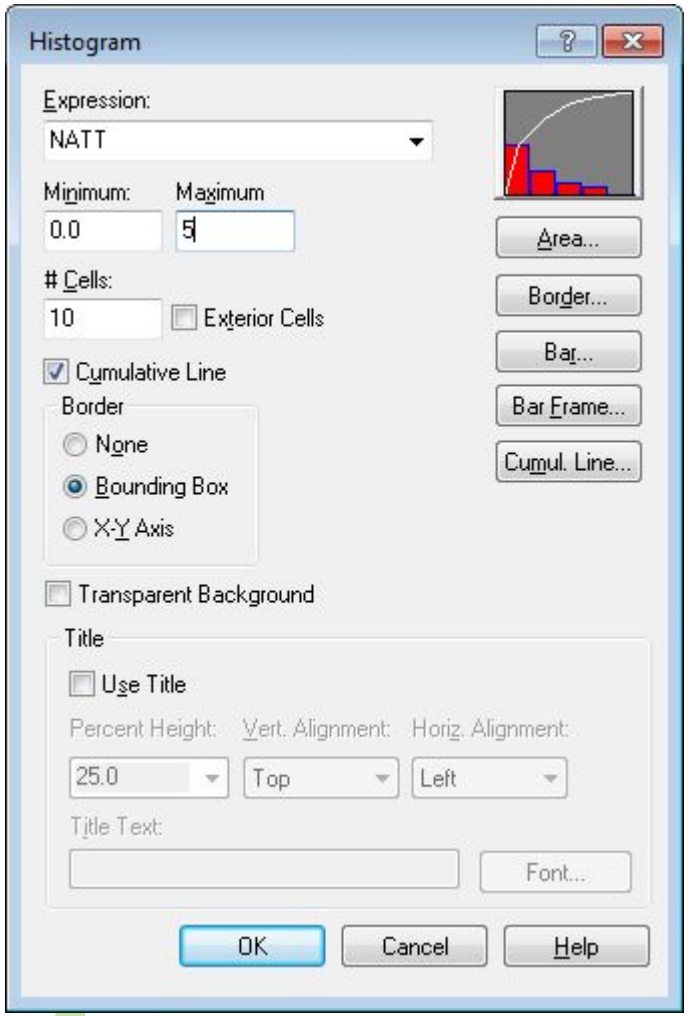
Величина	В отчёте (Arena)	Теоретически (Mathcad)
Q	5.91	6.03
w	518.16	531
$\overline{n}$	0.7499	0.75
N_{retry}	4.652	-
$P_{w=0}$	0.254	0.25

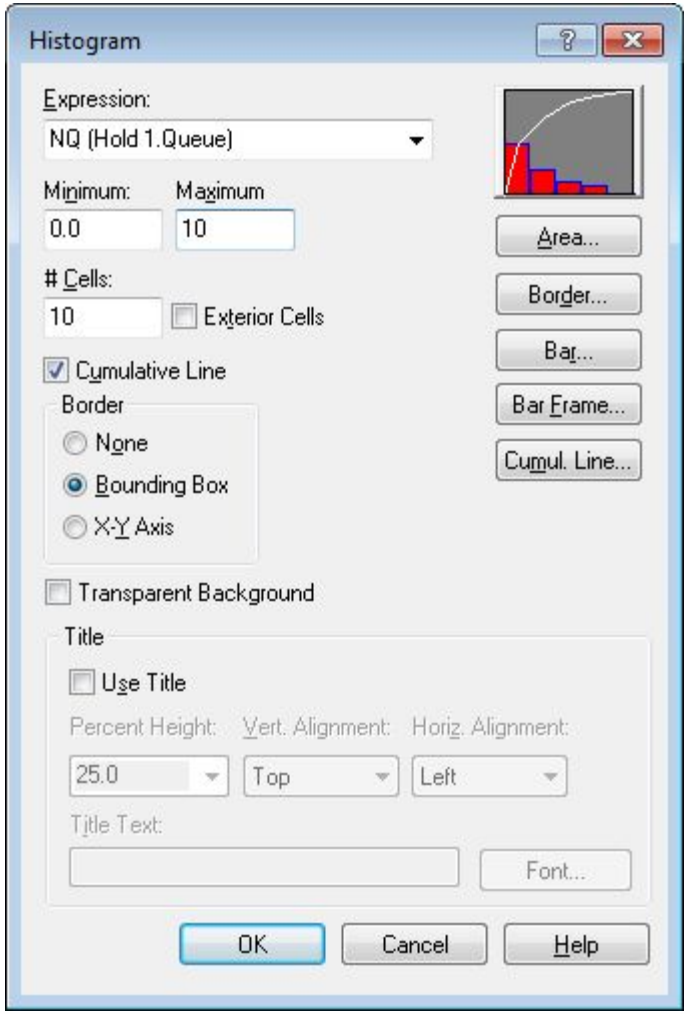
Гистограмма

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Гистограмма строится от не усреднённых величин

*Число интервалов **(# Cells)** и диапазон изменения необходимо настраивать*





Способы сбора статистики

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Tally ***(счётная)***	***Time-Persistent*** ***(взвешенная по времени)***
Определяется число N_i *появления значения* i *за время моделирования. Среднее определяется как*	*Определяется число* N_i *появления значения* i *за время моделирования. Среднее определяется как*

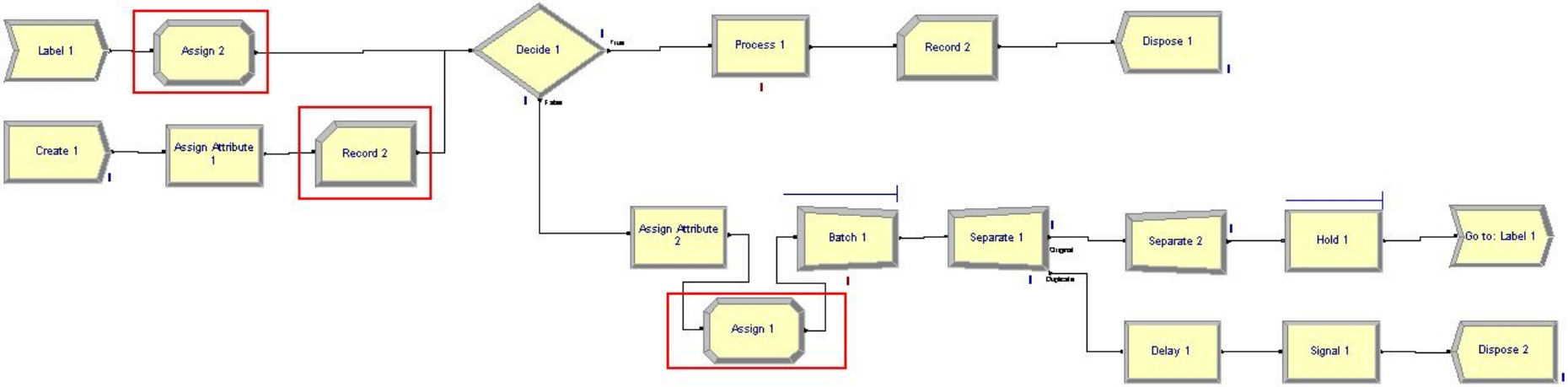
Определяется число N_i *появления значения* i *за время моделирования. Среднее определяется как*

Определяется число N_i *появления значения* i *за время моделирования. Среднее определяется как*

Определяется число N_i *появления значения* i *за время моделирования. Среднее определяется как*

*Счётное усреднение (**Tally**) даёт ошибки при определении **средних значений параметров**, при **наличии зависимости** продолжительности наблюдения **параметра** от **состояния** системы. В связи с этим, необходимо производить усреднение через временные интервалы, длительность которых (или её распределение) не зависит от состояния модели.*

Сравнение способов сбора статистики

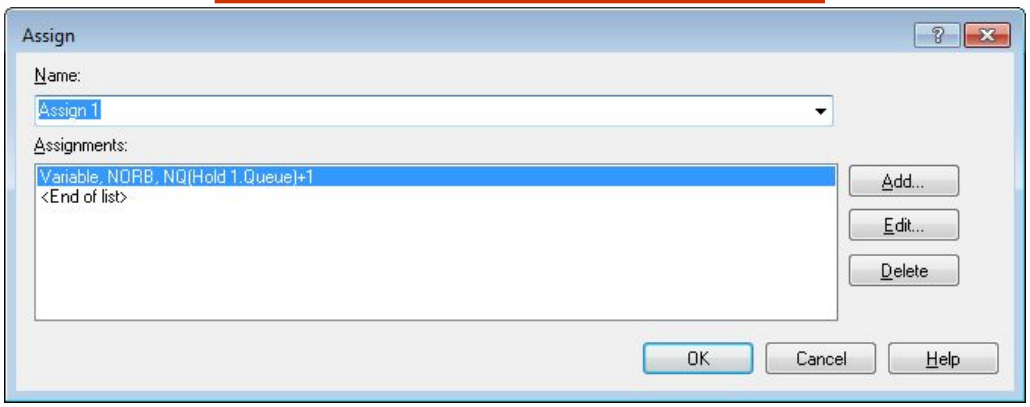


Record 2 *– организует усреднение статистики Tally*
Assign 1, Assign 2 – *меняет значение переменной, хранящей число заявок на орбите.*

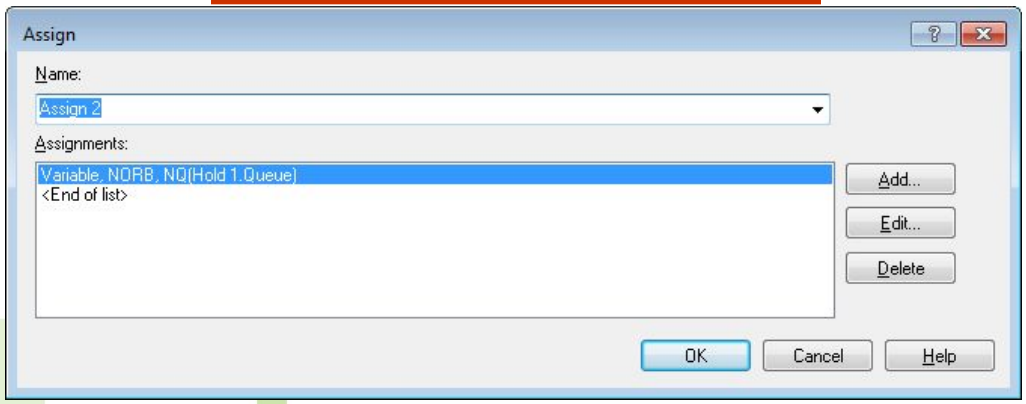
Сравнение способов сбора статистики

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

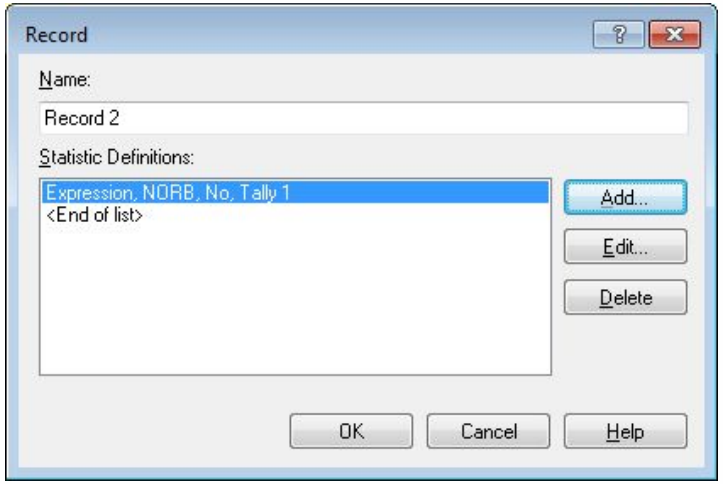
Assign 1

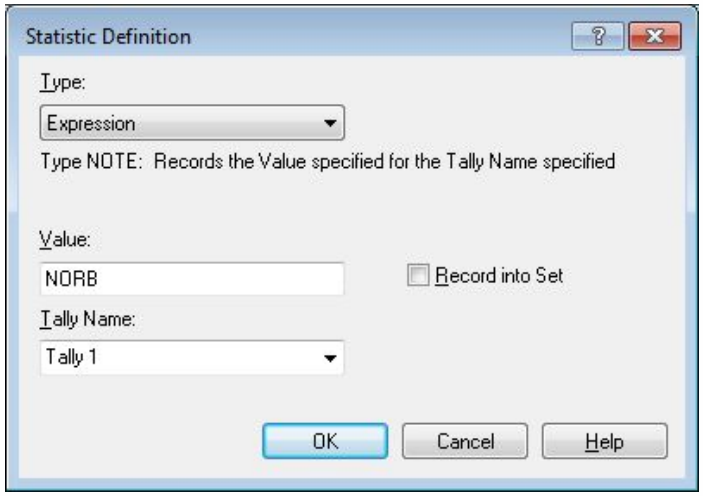


Assign 2



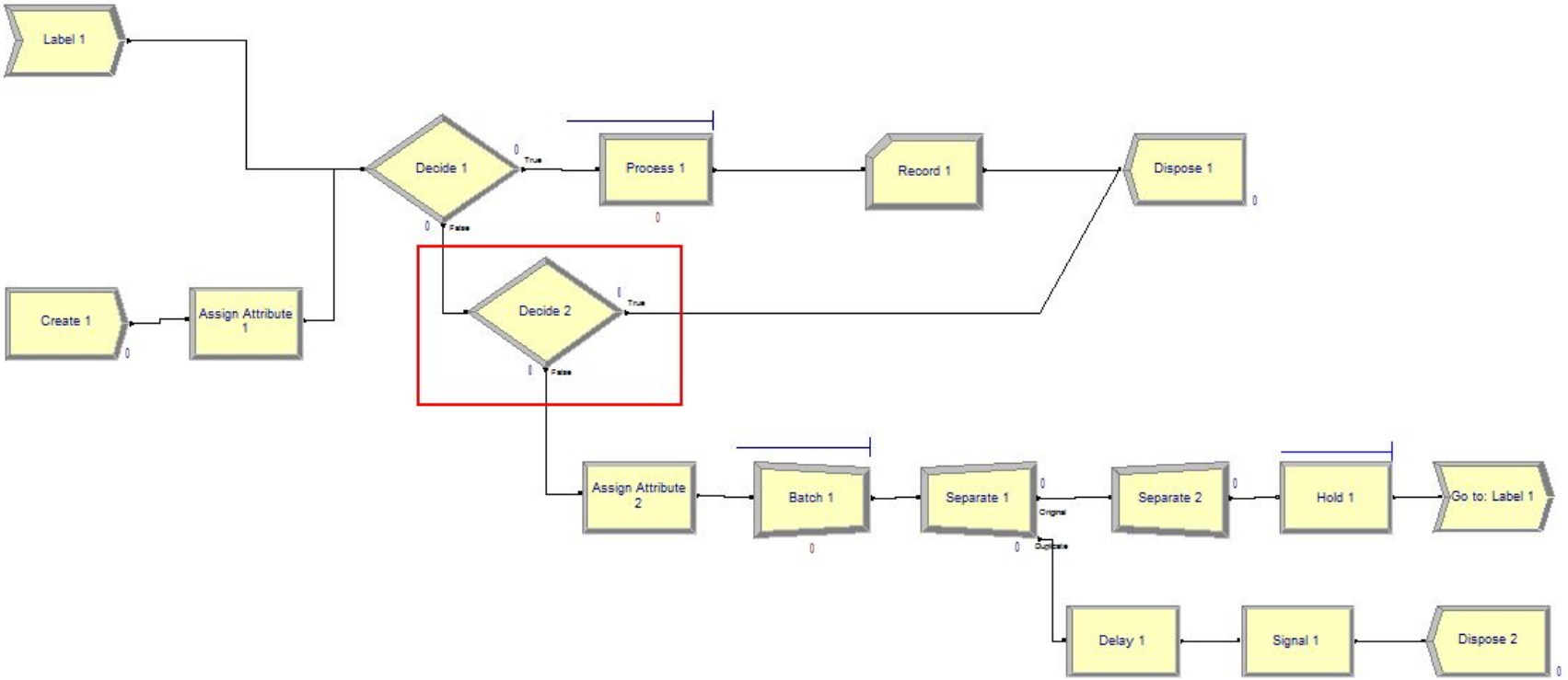
Настройки блока Record 2





Система с «ненастойчивыми» заявками

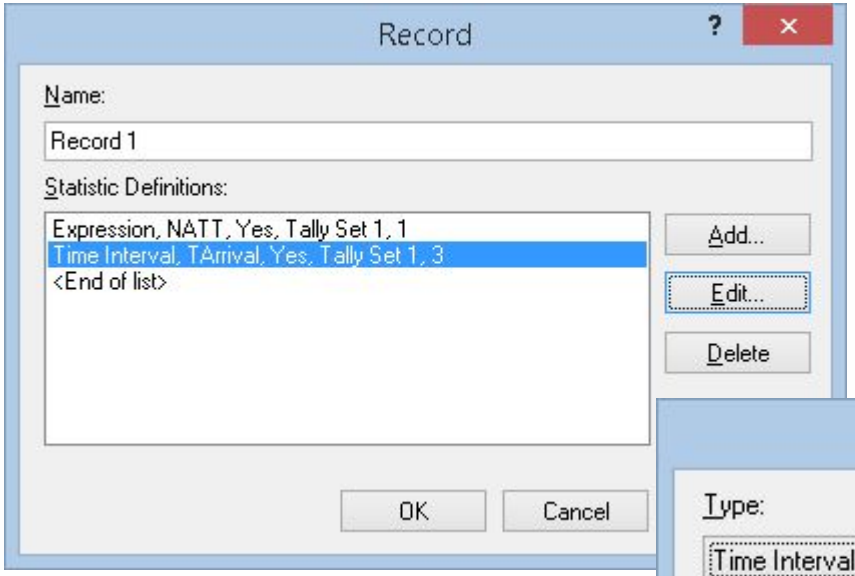
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



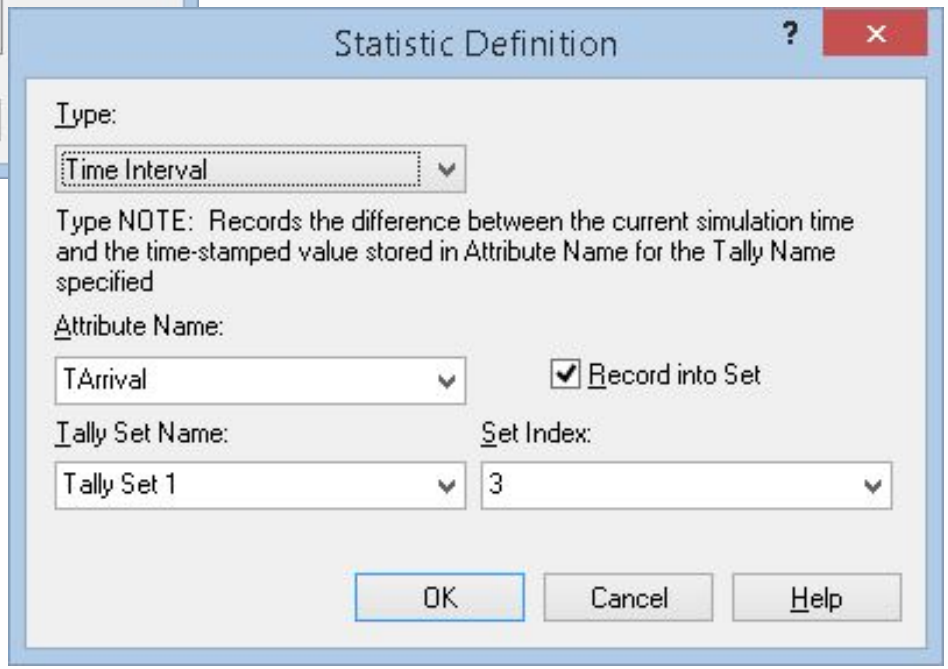
Decide 2 – определяет покинет ли заявка систему или предпримет очередную попытку. Здесь задаётся вероятность ***q*** выхода из системы необслуженной заявки.

Сбор статистики по времени пребывания в системе

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



*Определяет и усредняет разницу между текущим временем (**TNOW**) и выбранным атрибутом заявки (**TArrival**). Способ усреднения – **Tally**.*

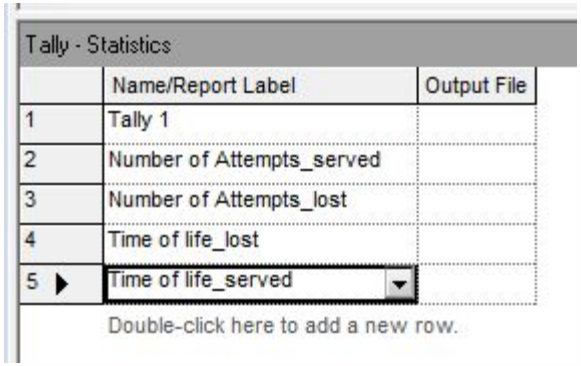


*Запись в множество (**Set**) – используется для систематизации записей в отчёте*

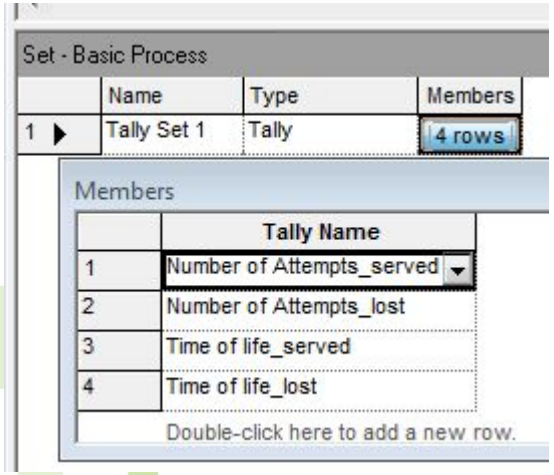
Время пребывания заявки в системе

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

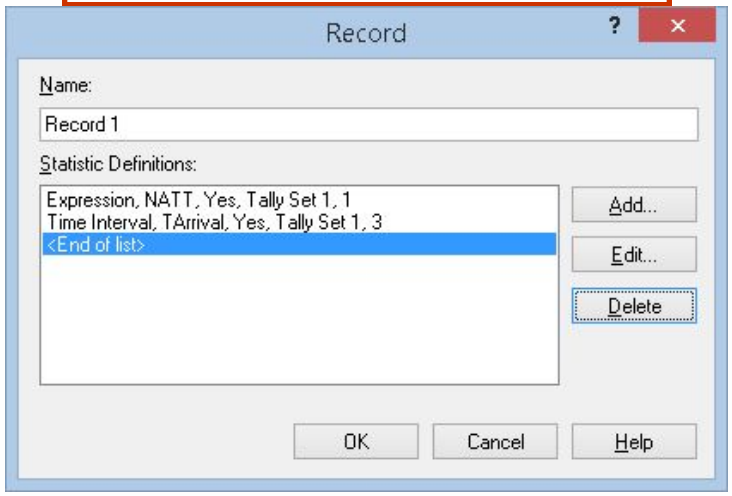
Statistics => Tally



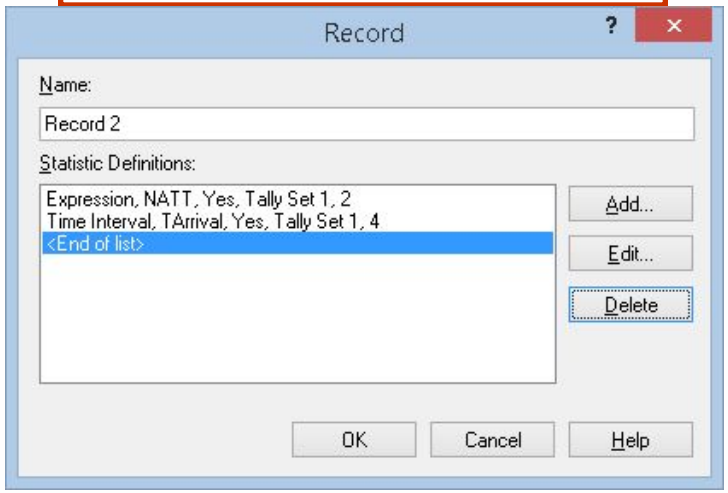
Basic Process => Set



Record 1



Record 2



Параметры модели и сбор статистики

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Среднее время между поступлением заявок	Среднее время до очередного обращения	Среднее время обслуживания	Вероятность выхода из системы при отказе
Блок Create 1	Assign Attribute 2	Блок Process 1	Блок Decide 2

Величина	В отчёте (Arena)
Число заявок на орбите	*[Queue] Number Waiting (Average)*
Средняя загруженность сервера	*[Resource] Number Busy (Average)*
Среднее число попыток обращения к серверу (обслуженных и потерянных)	*Number of Attempts_served (Average)* *Number of Attempts_lost (Average)*
Доля обслуженных заявок, занявших сервер с первой попытки	*NFA / (NIN – NLOST)* *NIN – число входящих заявок* *NFA – число обслуженных, для которых NATT = 0*
Доля потерянных заявок	*NLOST/NIN* *NLOST – число потерянных заявок*

Контроль по части 2

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

MTBA	MST	MTR	q
99	88	111	0.22

10 репликаций по 200 часов.

Величина	В отчёте (Arena)	Теоретически (Mathcad)
Q	1.2536	1.242
$\overline{n}$	0.6134	0.611
$P_{w=0}$	0.564	0.566
π	0.31	0.313
Nretry (lost) | Nretry (served)	1.3409 | 1.0138	-
v (lost) | v (served)	135.76 | 207.02	-

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Дисциплина *Математическое моделирование объектов и систем управления*

Изучение модели СМО с повторными заявками в Rockwell Arena

Ассистент каф. АиКС ИК ТПУ *Владимир Андреевич Фаерман*